

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-323924

(43)Date of publication of application : 08.11.2002

(51)Int.Cl.

G05B 23/02  
G05B 19/418  
G06F 17/60  
G06F 19/00

(21)Application number : 2001-292864

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 26.09.2001

(72)Inventor : GOTO KAZUHISA

(30)Priority

Priority number : 2001045205

Priority date : 21.02.2001

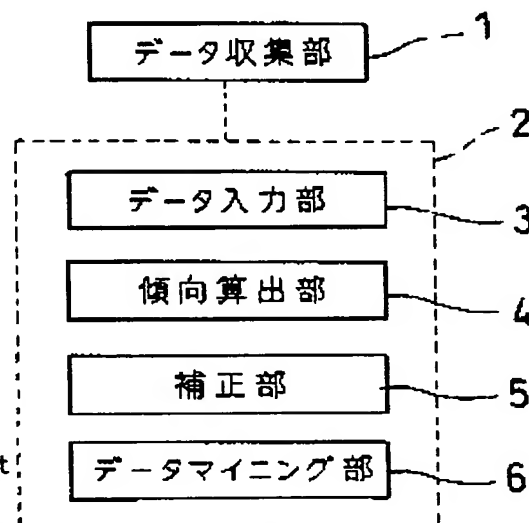
Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING DEFECTIVE DEVICE, PROGRAM, AND METHOD FOR MANUFACTURING PRODUCT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely detect a defective unit which affects a decrease in yield adversely when products are mass-produced, using a plurality of manufacturing device having the same function.

SOLUTION: This defective unit detecting device is equipped with an input means which inputs process history data showing which of the devices having the same function has completed the processing at its stage, result data showing the result of the processing, and result test date and time data showing the date and time when the processing is completed, a trend computing means which computes the mean temporal variation of the result data from a recurrence expression, a correcting means which corrects the result data at each time so that the recurrence expression becomes flat, and a data mining means which specifies a stage and a device exerting large influence on the result by a data mining method.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-323924  
(P2002-323924A)

(43) 公開日 平成14年11月8日 (2002.11.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト <sup>*</sup> (参考)
G 0 5 B 23/02	3 0 1	G 0 5 B 23/02	3 0 1 V 3 C 1 0 0
	3 0 2		3 0 2 T 5 H 2 2 3
19/418		19/418	Z
G 0 6 F 17/60	1 0 8	G 0 6 F 17/60	1 0 8
19/00	1 3 0	19/00	1 3 0
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-292864(P2001-292864)

(22) 出願日 平成13年9月26日 (2001.9.26)

(31) 優先権主張番号 特願2001-45205(P2001-45205)

(32) 優先日 平成13年2月21日 (2001.2.21)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 後藤 和久

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術センター内

(74) 代理人 100083161

弁理士 外川 英明

Fターム(参考) 3C100 AA58 BB27 EE06

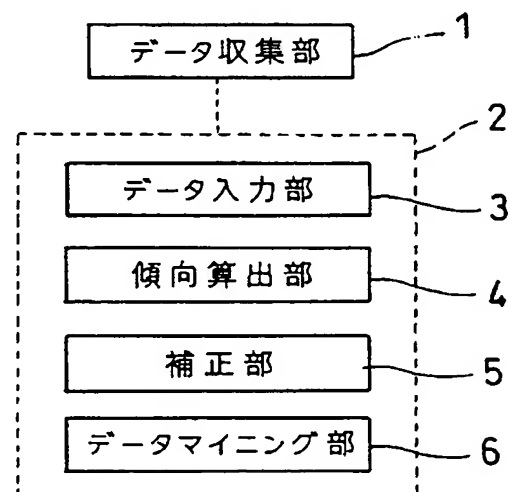
5H223 AA01 DD03 DD09 EE30 FF06

(54) 【発明の名称】 不良装置検出方法、不良装置検出装置、プログラム及び製品の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 同等の機能を有する複数の製造装置を用いて製品を量産する際に歩留まり低下に影響の大きい不良装置を精度良く検出すること。

【解決手段】 同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置によりその工程における処理がなされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を示す出来栄データ、その処理がされた日時を示す出来栄テスト日時データを入力する入力手段と、前記出来栄データの平均の時間的変化を回帰式で算出する傾向算出手段と、前記回帰式が平らになるように各日時の出来栄データを補正する補正手段と、データマイニング手法により出来栄に影響の大きい前記工程及び前記装置を特定するデータマイニング手段とを備えることを特徴とする不良装置検出装置。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置により処理がされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を数値で示す出来栄データ、その処理がされた時期を示す出来栄テスト日時データを各被処理物について入力する工程と、時間の関数として前記出来栄データの回帰式を算出する工程と、前記回帰式に基いて前記出来栄に影響の大きい装置を特定する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法。

【請求項2】 同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置により処理がされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を数値で示す出来栄データ、その処理がされた時期を示す出来栄テスト日時データを各被処理物について入力する工程と、時間の関数として前記出来栄データの回帰式を算出する工程と、前記回帰式で示される出来栄データが時間に対して一定になるように前記各出来栄データを補正する工程と、データマイニング手法により出来栄に影響の大きい前記装置を特定する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法。

【請求項3】 同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置により処理がなされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を示す出来栄データ、その処理がされた時期を示す出来栄テスト日時データを各被処理物について入力する工程と、時間の関数として前記出来栄データの第1の回帰式を算出する工程と、前記第1の回帰式で表される前記出来栄より大きい出来栄データを有する被処理物に限定して、時間の関数として前記出来栄データの第2の回帰式を算出する工程と、前記第2の回帰式で示される出来栄データが時間に対して一定になるように前記各出来栄データを補正する工程と、データマイニング手法により出来栄に影響の大きい前記装置を特定する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法。

【請求項4】 同等の機能を有する複数の装置のうち性能の悪い装置を検出する不良装置検出方法において、被処理物がいずれの装置により処理されたかを示す情報、前記被処理物がいつ処理されたかを示す情報、前記被処理物の処理の出来栄を数値で示す出来栄情報を、前記被処理物ごとに蓄積する工程と、時間の関数として前記出来栄情報の近似関数を算出する近似関数算出工程と、同一の前記装置により処理された複数の前記被処理物について、前記近似関数に基き算出される、処理がされた時期における近似値及び前記出来栄情報に基いた検定値の算出を前記各装置ごとに行なう検定値算出工程と、前記装置間における前記検定値に基いて性能の悪い装置を検出する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法。

【請求項5】 被処理物に複数種類の処理を施す処理シ

2

ステムであって、少なくとも2種類の処理については、この処理を行う機能を有する複数の装置を備え、この複数の装置のうちから1の装置を選択してその処理を行う処理システムの中で、いずれの処理におけるいずれの装置が前記被処理物の出来栄に悪影響を与えているかを検出する不良装置検出方法において、前記処理システムによる処理を経た被処理物の出来栄を数値で示す出来栄情報、この被処理物がいずれの前記装置により処理されたかを前記処理ごとに示す情報、この被処理物が処理された時期を示す情報を前記被処理物ごとに記憶する工程と、時間の関数として前記出来栄情報の近似関数を算出する近似関数算出工程と、同一種類の前記処理において同一の前記装置により処理された複数の被処理物について、前記近似関数に基き算出される、処理がされた時期における近似値及び前記出来栄情報に基いた検定値の算出を前記各装置ごとに行なう検定値算出工程と、前記処理間および前記装置間における前記検定値に基づいて、いずれの前記処理におけるいずれの前記装置が前記処理結果に悪影響を与えているかを検出する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法。

【請求項6】 前記近似関数算出工程は、全ての前記被処理物の前記出来栄情報に基いて近似する直線または曲線を算出する第1工程と、処理がされた時期における前記近似値より大きい出来栄情報を有する前記被処理物に限定して、再度前記出来栄情報を近似する直線または曲線を算出する第2工程とを備え、前記検定値算出工程における前記関数は、この第2工程で算出された関数であることを特徴とする請求項4または5のいずれか記載の不良装置検出方法。

【請求項7】 同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置によりその工程における処理がなされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を数値で示す出来栄データ、その処理がされた日時を示す出来栄テスト日時データを入力する入力手段と、時間の関数として前記出来栄データの回帰式を算出する傾向算出手段と、前記回帰式で示される前記出来栄データが時間に対して一定値となるように前記各出来栄データを補正する補正手段と、データマイニング手法により出来栄に影響の大きい前記工程及び前記装置を特定するデータマイニング手段とを備えることを特徴とする不良装置検出装置。

【請求項8】 同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置によりその工程における処理がなされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を数値で示す出来栄データ、その処理がされた日時を示す出来栄テスト日時データを各被処理物について入力する入力手段と、時間の関数として前記出来栄データの第1の回帰式を算出する第1傾向算出手段と、前記第1の回帰式で近似される前記出来栄データより大きい出来栄データを有する前記被処理物に限定して、再度時間の関数

3

として前記出来栄えデータの第2の回帰式を算出する第2傾向算出手段と、前記第2の回帰式で示される前記出来栄えデータが時間に対して一定値となるように前記各出来栄えデータを補正する補正手段と、データマイニング手法により出来栄えに影響の大きい前記工程及び前記装置を特定するデータマイニング手段とを備えることを特徴とする不良装置検出装置。

【請求項9】 同等の機能を有する複数の装置のうち性能の悪い装置を検出するためのコンピュータ読み取り可能なプログラムにおいて、被処理物がいずれの装置により処理されたかを示す情報、前記被処理物がいつ処理されたかを示す情報、前記被処理物の処理の出来栄えを数値で示す出来栄え情報を、前記被処理物ごとに記憶させる処理と、時間の関数として前記出来栄え情報の近似関数を算出する処理と、同一の前記装置により処理された複数の被処理物について、前記近似関数に基き算出される、処理がされた時期における近似値及び前記出来栄え情報に基いた検定値の算出を前記各装置ごとに行なう処理と、前記装置間における前記検定値に基づいて性能の悪い装置を検出する処理とをコンピュータに実行させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム。

【請求項10】 複数の処理を経て製品を製造する製品の製造方法であって、少なくとも1種類の処理については、この処理を行う機能を有する複数の装置のうちから1の装置を選択してその処理を行う製品の製造方法において、被処理物がいずれの装置により処理されたかを示す情報、前記被処理物がいつ処理されたかを示す情報、前記被処理物の処理の出来栄えを数値で示す出来栄え情報を、前記被処理物ごとに蓄積する工程と、時間の関数として前記歩留まりの近似関数を算出する工程と、同一の前記装置により処理された複数の被処理物について、前記近似関数に基き算出される、処理がされた時期における近似値及び前記出来栄え情報に基いた検定値の算出を前記各装置ごとに行なう工程と、前記装置間における前記検定値に基づいて、いずれの前記処理におけるいずれの前記装置が歩留まりに悪影響を与えているかを検出する工程と、前記検出の結果に基づいて、改善処理を行なう工程とを備えることを特徴とする製品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、不良装置検出方法、不良装置検出装置、製品の製造方法及びコンピュータプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、半導体製造プロセスなどのように何百もの工程で形成され、それらに多くの装置が使用

4

されて複雑な製造ラインを構成している。それらの製造ラインでは、常に、どの工程のどの装置の不良が製造した製品の出来栄えに悪影響を与えているかを検出する必要がある。そのため、主要な工程ごとに製造している製品に対してデータを抽出して、所定の仕様を満足しているか否かの検査を行っている。それらのデータ量は、生産量に比例して大量のデータとなるが、不良の製造装置を検出するためには、それらの大量のデータから規則性を発見して、迅速、適切に処理する必要がある。通常、大量のデータから規則性を発見する手法としてデータマイニング(データの掘り起し)が用いられる。これに関しては、例えば、特開平8-263346号公報の「大規模データベース内の順次パターンをマイニングするためのシステムおよび方法」には、販売トランザクションの大規模なデータベースのマイニング手法についての記載が開示されている。この記載によれば、時間的に区切った顧客のトランザクションパターンを識別すること、すなわち、顧客が特定のトランザクションに取りかかってから、ある程度の期間経過後に、その顧客がどのトランザクションに取りかかる可能性が高いかを識別するためのもので、同一コード(例えば、商品別の)内に頻繁に同時に生起する項目群を発見する相関ルール方が開示されている。

【0003】 この相関ルール方では、基本的にデータ内に登場する項目名がそのままマイニングの対象となっている。また、複数の製造装置で形成する製造ラインから不良装置を検出するために、データマイニング手法を用いた不良装置検出装置を製造ラインに適用することも行われている。例えば、製造ラインでの製品の歩留まりを管理するための不良装置検出装置は、図7に不良装置検出装置31のブロック図を示すように、製造ラインからのデータを収集するデータ収集部に接続されており、データ収集部32からのデータを入力するデータ入力部33と、このデータ入力部33に接続されているデータマイニング部34とかから構成されている。この不良装置検出装置の動作は、図8に示したフローチャートの手順により行われている。まず、データ入力工程として、所定の数のロットの歩留りデータとそのロットが各々の工程でどの装置で処理されたかという処理履歴データをデータベースから検索する等によって入力する(S11)。その際、入力したデータを例えば、表形式で表すとすれば、表1に示したよう、ロット番号ごとに、工程ごとに用いた装置を羅列表示し、それによる歩留り値を表示する。

【0004】

【表1】

【表1】

ロット番号	歩留り	工程1	工程2	.....	工程N
<ロット番号1>	<歩留り値1>	<装置名11>	<装置名21>	.....	<装置名N1>
<ロット番号2>	<歩留り値2>	<装置名12>	<装置名22>	.....	<装置名N2>
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
<ロット番号M>	<歩留り値M>	<装置名1M>	<装置名2M>	.....	<装置名NM>

次に、データマイニング工程として、データマイニング手法（データ掘り起し手法）による手順で、統計有意差検定等により、入力データの中から歩留りに影響の大きい装置の検出を行っている（S12）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述の特開平8-263346号公報の「大規模データベース内の順次パターンをマイニングするためのシステムおよび方法」で用いられている相関ルール方では、基本的にデータ内に登場する項目名がそのままマイニングの対象となっている。そのため、利用者にとっては詳細過ぎる場合がある。また、半導体製造などの場合、新製品立ち上げ後、歩留り改善のためのプロセス変更などのさまざまな施策が行われ、一般的に歩留りは、図9のように徐々に増加していくことが多い。これについて、図9(a)～(d)を用いて、さらに説明すると、図9(a)～(d)は横軸がテスト処理日、縦軸は歩留りを示すグラフである。図9(a)は、3台の装置（装置1、装置2および装置3）を用いた際のある工程の全装置の処理ロットを混ぜた表示であり、また、図9(b)は、装置1の処理ロットの表示であり、図9(c)は、装置2の処理ロットの表示であり、図9(d)は、装置3の処理ロットの表示である。つまり、新製品立ち上げ後、歩留り改善のためのプロセス変更などのさまざまな施策が行われた状況下で、装置の使用頻度が時期によって変化すると虚報（誤検出）を出すことが発生する。

【0006】装置全体では、図9(a)に示すように、歩留りが徐々に全体では上がっていく傾向がみられる。また、図9(b)で示した装置1と、図9(c)で示した装置2はテスト期間の後半に多く使用されている。これに対して、図9(d)で示した装置3はテスト期間の前半に多く使用されている。このような場合、単純に従来技術の不良装置検出装置にかけると、あたかも歩留りの低い時期に多く使用されていた装置3が、歩留り低下の原因として検出されてしまうことになる。しかしながら、テスト期間の後半の同日時の付近で、装置1、装置2および装置3を比較すると、歩留まりデータに差はなく、テスト期間前半で装置3が不良と検出されたのは、本来は検出されるべきでない虚報である。本発明は、これらの事情にもとづいてなされたもので、製造ラインが多くの工程で形成され、それらに複数台ずつの製造装置が配置されている際に、歩留まりの低下に影響の大きい製造装置がどれかを性格に検出するための不良装置検出方法、不良装置検出装置、プログラムを提供することを目的とす

る。また、歩留まりの低下を軽減するための製品の製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置により処理がされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を数値で示す出来栄データ、その処理がされた時期を示す出来栄テスト日時データを各被処理物について入力する工程と、時間の関数として前記出来栄データの回帰式を算出する工程と、前記回帰式に基いて前記出来栄に影響の大きい装置を特定する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法である。また、同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置により処理がされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を数値で示す出来栄データ、その処理がされた時期を示す出来栄テスト日時データを各被処理物について入力する工程と、時間の関数として前記出来栄データの回帰式を算出する工程と、前記回帰式で示される出来栄データが時間に対して一定になるように前記各出来栄データを補正する工程と、データマイニング手法により出来栄に影響の大きい前記装置を特定する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法である。また、同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置により処理がなされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を示す出来栄データ、その処理がされた時期を示す出来栄テスト日時データを各被処理物について入力する工程と、時間の関数として前記出来栄データの第1の回帰式を算出する工程と、前記第1の回帰式で表される前記出来栄より大きい出来栄データを有する被処理物に限定して、時間の関数として前記出来栄データの第2の回帰式を算出する工程と、前記第2の回帰式で示される出来栄データが時間に対して一定になるように前記各出来栄データを補正する工程と、データマイニング手法により出来栄に影響の大きい前記装置を特定する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法である。

【0008】また、同等の機能を有する複数の装置のうち性能の悪い装置を検出する不良装置検出方法において、被処理物がいずれの装置により処理されたかを示す情報、前記被処理物がいつ処理されたかを示す情報、前記被処理物の処理の出来栄を数値で示す出来栄情報を、前記被処理物ごとに蓄積する工程と、時間の関数として前記出来栄情報の近似関数を算出する近似関数算出工程と、同一の前記装置により処理された複数の前記

7

被処理物について、前記近似関数に基き算出される、処理がされた時期における近似値及び前記出来栄情報に基いた検定値の算出を前記各装置ごとに行なう検定値算出工程と、前記装置間における前記検定値に基いて性能の悪い装置を検出する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法である。また、被処理物に複数種類の処理を施す処理システムであって、少なくとも2種類の処理については、この処理を行う機能を有する複数の装置を備え、この複数の装置のうちから1の装置を選択してその処理を行う処理システムの中で、いずれの処理におけるいずれの装置が前記被処理物の出来栄に悪影響を与えているかを検出する不良装置検出方法において、前記処理システムによる処理を経た被処理物の出来栄を数値で示す出来栄情報、この被処理物がいずれの前記装置により処理されたかを前記処理ごとに示す情報、この被処理物が処理された時期を示す情報を前記被処理物ごとに記憶する工程と、時間の関数として前記出来栄情報の近似関数を算出する近似関数算出工程と、同一種類の前記処理において同一の前記装置により処理された複数の被処理物について、前記近似関数に基き算出される、処理がされた時期における近似値及び前記出来栄情報に基いた検定値の算出を前記各装置ごとに行なう検定値算出工程と、前記処理間および前記装置間における前記検定値に基づいて、いずれの前記処理におけるいずれの前記装置が前記処理結果に悪影響を与えているかを検出する工程とを備えることを特徴とする不良装置検出方法である。

【0009】また同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置によりその工程における処理がなされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を数値で示す出来栄データ、その処理がされた日時を示す出来栄テスト日時データを入力する入力手段と、時間の関数として前記出来栄データの回帰式を算出する傾向算出手段と、前記回帰式で示される前記出来栄データが時間に対して一定値となるように前記各出来栄データを補正する補正手段と、データマイニング手法により出来栄に影響の大きい前記工程及び前記装置を特定するデータマイニング手段とを備えることを特徴とする不良装置検出装置である。また同等の機能を有する複数の装置のうちいずれの装置によりその工程における処理がなされたかを示す処理履歴データ、その処理の出来栄を数値で示す出来栄データ、その処理がされた日時を示す出来栄テスト日時データを各被処理物について入力する入力手段と、時間の関数として前記出来栄データの第1の回帰式を算出する第1傾向算出手段と、前記第1の回帰式で近似される前記出来栄データより大きい出来栄データを有する前記被処理物に限定して、再度時間の関数として前記出来栄データの第2の回帰式を算出する第2傾向算出手段と、前記第2の回帰式で示される前記出来栄データが時間に対して一定値となるよう

8

に前記各出来栄データを補正する補正手段と、データマイニング手法により出来栄に影響の大きい前記工程及び前記装置を特定するデータマイニング手段とを備えることを特徴とする不良装置検出装置である。

【0010】また同等の機能を有する複数の装置のうち性能の悪い装置を検出するためのコンピュータ読み取り可能なプログラムにおいて、被処理物がいずれの装置により処理されたかを示す情報、前記被処理物がいつ処理されたかを示す情報、前記被処理物の処理の出来栄を数値で示す出来栄情報を、前記被処理物ごとに記憶させる処理と、時間の関数として前記出来栄情報の近似関数を算出する処理と、同一の前記装置により処理された複数の被処理物について、前記近似関数に基き算出される、処理がされた時期における近似値及び前記出来栄情報に基いた検定値の算出を前記各装置ごとに行なう処理と、前記装置間における前記検定値に基づいて性能の悪い装置を検出する処理とをコンピュータに実行させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラムである。また、複数の処理を経て製品を製造する製品の製造方法であって、少なくとも1種類の処理については、この処理を行う機能を有する複数の装置のうちから1の装置を選択してその処理を行う製品の製造方法において、被処理物がいずれの装置により処理されたかを示す情報、前記被処理物がいつ処理されたかを示す情報、前記被処理物の処理の出来栄を数値で示す出来栄情報を、前記被処理物ごとに蓄積する工程と、時間の関数として前記歩留まりの近似関数を算出する工程と、同一の前記装置により処理された複数の被処理物について、前記近似関数に基き算出される、処理がされた時期における近似値及び前記出来栄情報に基いた検定値の算出を前記各装置ごとに行なう検定値算出と、前記装置間における前記検定値に基づいて、いずれの前記処理におけるいずれの前記装置が歩留まりに悪影響を与えているかを検出する工程と、前記検出の結果に基づいて、改善処理を行なう工程とを備えることを特徴とする製品の製造方法である。

【0011】なお、本発明において「被処理物」は、必ずしも単一の物に限らず、処理単位を示す複数の物（例えばロット）をも示している。また、本発明における「処理結果を示す情報」とは、処理された結果物の品質を示す情報のことである。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、不良装置検出装置の概略構成を示す機能ブロック図である。データ収集部1に接続された不良装置検出装置2は、データ収集部1からのデータを入力するデータ入力部3と、このデータ入力部3に接続された傾向算出部4、この傾向算出部4に接続された補正部5、この補正部5に接続されたデータマイニング部6とを具えている。データ入力部3は、所定の

9

数のロットの歩留りデータとそのロットが各々の工程で、どの装置で処理されたかという処理履歴データ、および歩留りテスト日時データをデータベースから検索す\*

$$y = at + b$$

ここで、 $y$ は歩留りデータ、 $x$ は歩留りテスト日時データ、 $a$ 、 $b$ は $n$ をサンプル数として以下の式で算出される係数であるとする、

【数1】

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n t_i y_i - \sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} \quad (2)$$

【数2】

$$b = \frac{-\sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n t_i y_i + \sum_{i=1}^n t_i^2 \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} \quad (3)$$

補正部58は歩留りデータ $y$ 、を以下の式で補正して $y_1'$ とする。

【0013】

$$y_1' = y_i + a(t_n - t_i) \quad (4)$$

$i = 1 \sim n$

データマイニング部6は、入力データの中から歩留りに影響の大きい装置の検出を行う。データマイニング手法の手順は、様々な方法を用いることができるが、その一例を図2の模式説明図で示すと、一つの工程の一つの装※30

$n_j$ は歩留り分布4と、歩留り分布5にそれぞれのデータ数、

$\bar{y}_j$ は歩留り分布4、5のそれぞれの平均、 $\bar{\bar{y}}$ は全データの平均、 $N$

は全データ数である。

この統計検定量が大きいほど、この装置が歩留りに対して差が大きいことを意味する。この統計検定量を全ての工程の全ての装置に対して計算する。これら計算された工程と装置の組み合わせ分の数の統計検定量を算出し、値が大きい順に並べる。この検定量の順位が上位の工程および装置を不良装置として検出することができる。なお、これらの不良装置検出装置2の動作の全体の制御は、図示しないコンピュータにより、それぞれの工程が格納されたプログラムと全体を統合制御するプログラムによって制御されている。図3は、これらの構成による不良装置検出装置の動作を説明するフロー図である。なお、図3の説明の際の不良装置検出装置の構成は図1で

10

\*る等によって入力する機能具备している。傾向算出部4は歩留りデータを従属変数、テスト日時データを独立変数とする線形回帰として、以下の関係式を算出する。

(1)

※置に関して、工程1から工程Nに示すように、2つの歩留り分布4および分布5に関して統計有意差検定を行う。分布4は工程1において、装置M1がデータの対象になり、分布5は、装置M1を除外した装置群である装置1、装置2...がデータの対象になる。それらにより歩留り分布を、それぞれ統計有意差検定により算出したものである。つまり、工程2では、分布5を算出する。また、工程Nでは分布4を算出する。この分布4と分布5を比較して統計有意差検定により検定量を算出する。統計有意差検定の一例として、例えばANOVA(分散分析)を用いた場合について説明する。ANOVAでは以下の統計検定量(F値)を以下の式で求めることができる。

【数3】

$$F = \frac{(N-2) \sum_{j=1}^2 n_j (\bar{y}_j - \bar{\bar{y}})^2}{\sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - \bar{y}_j)^2} \quad (5)$$

ここで、 $y$ は歩留りデータで、 $j$ は歩留り分布4と歩留り分布5に対応し、 $i$ は歩留り分布4と、歩留り分布5に、それぞれの中で番号付けられたものに対応する。

【0014】

【外1】

示したものと同様であるので、その符号を用いている。まず、所定の数のロットの歩留りデータとそのロットが各々の工程でどの装置で処理されたかという処理履歴データを、データ収集部1のデータベースから検索する等によりデータ入力部3に入力する(S1)。次に、データ入力部3に入力したデータを、例えば表形式で表すとすれば、表2に示したようになる。すなわち、ロット番号に応じて工程ごとの装置名が表示され、また、ロット番号ごとの歩留りテスト日時と歩留りが表示される(S2)。

【0015】

【表2】



【表2】

ロット番号	歩留りテスト日時	歩留り	工程1	工程2	工程N
<ロット番号1>	t1	y1	<装置名11>	<装置名21>	<装置名N1>
<ロット番号2>	t2	y2	<装置名12>	<装置名22>	<装置名N2>
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
<ロット番号M>	tm	ym	<装置名1M>	<装置名2M>	<装置名NM>

次に、傾向算出部4で上述の(2)式と(3)式から傾向を算出する。それにより得られた傾向は、最小二乗法によって推定する線形回帰式(1)により、図4に歩留まりと歩留まりテスト日時の対応のグラフを示したように、歩留まりテスト日時に対応して歩留まりの傾向が直線10として算出される。次に、補正部5により(4)式を用いて歩留りデータの補正を行う。この歩留まりデータの補正は、図5に説明グラフを示すように回帰式11が水平直線12になるように、各歩留まりテスト日時の補正量が歩留りデータyに加えられ、補正後の歩留りデータy'となる。その結果、図5の歩留りデータの点列13が補正されて、水平直線12に対する点列14となる。最後に、データマイニング部6により、上述のデータマイニング手法を用いて、統計有意差検定等によって、入力データの中から歩留りに影響の大きい装置の検出を行う。なお、その際には、上述のデータマイニングの説明で用いた、歩留りデータyの代わりに歩留りデータy'を用いている。以上に説明したように、本実施の形態によれば、正確に不良装置を検出することができる。それらについて、図6(a)～(c)に示した、横軸が歩留りテスト処理日時、縦軸が各製品ロットの歩留りを示すグラフである。なお、このグラフでの符号は、図5と同一部分には同一符号を付している。図6(a)～(c)を用いて、さらに説明する。ただし、図6(a)は、全装置のデータであり、図6(b)は、ある工程の装置1のデータであり、図9(c)は、ある工程の装置2のデータである(ある工程が、装置1と装置2の2台の装置に分担して処理されている)。

【0016】図6(a)に示した全装置のデータでは、歩留りは時間的に徐々に上昇している。装置1はこのテスト処理期間の前半に多く使用されている。一方、装置2は、テスト処理期間の後半で多く使用されていて、時期によって装置の使用頻度が異なっている。このような場合に、従来に行われていた不良装置検出方法では、装置1と装置2の間に歩留り分布の差や平均歩留り差15が存在するために、全体的に歩留りが低い前半に多く使用されていた装置1が不良装置であると検出されてしまうことになる。しかしながら、歩留まりテスト日時が中\*

【表3】

ロット番号	歩留り	工程1	工程2	...	工程N
<ロット番号1>	<歩留り値1>	<装置名11>	<装置名21>	...	<装置名N1>
<ロット番号2>	<歩留り値2>	<装置名12>	<装置名22>	...	<装置名N2>
.	.	.	.	...	.
.	.	.	.	...	.
<ロット番号M>	<歩留り値M>	<装置名1M>	<装置名2M>	...	<装置名NM>

\*後半の同じ日時の近辺の歩留りを比較すれば、両装置に差はなく、明らかに虚報(誤検出)であることが分かる。一方、本発明に実施の形態による不良装置検出方法によれば、装置1の歩留まり分布が水平直線16近傍に、また、装置2の歩留まり分布が水平直線17近傍に表示されるので、水平直線を基準に比較すれば、両装置の分布に差はなく、不良装置と誤って検出することはない。それにより、虚報を発することを確実に防止することができる。特に、長い期間にわたって見た場合に、製品の出来映えに、時間的傾向が存在し、製造装置の使用頻度が変わる時に起きやすい虚報を防ぐことができる。

【0017】なお、本発明の不良装置検出方法を半導体装置の製造プロセスを構成している周知の製造装置のラインに適用した結果、不良な製造装置の検出を正確に行うことが確認できた。

(第2の実施の形態)以下、本発明の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態は、極端に歩留まりが悪いサンプルを除外して不良装置の検出を行う点で第1の実施の形態と異なっている。このように、極端に歩留まりの悪いサンプルを除外するのは、以下の理由による。すなわち、製品の歩留まりは製造装置の性能の良し悪しのみならず、人為的ミスなど他の要因が影響することもある。特に、極端に歩留まりが悪いような場合は、装置の性能の問題というよりは、他の偶発的な要因が問題となっている場合が少なくない。そこで、極端に歩留まりの悪いサンプルを取り除いて不良装置検出を行うことにより、検出精度を高めることが可能となる。本実施の形態に係る不良装置検出装置を概略構成を図7に示す。この図に示されるように、不良装置検出装置70は、データ入力部72、第1傾向算出部、第2傾向算出部76、補正部78、データマイニング部80とを備えている。また、不良装置検出装置70は、歩留まりデータ、歩留まりテスト日時データ及び処理履歴データが記録されている不図示のデータベースとLAN等で接続されている。

【0018】ここでデータベースに記録されている内容は、表3に示される。

【0019】

【表3】

表3中で、「歩留まり」の列に記載されている歩留まりデータは、ロットごとの製品の歩留まりを表している。

13

半導体チップの製造を例にとれば、1ロットから製造される半導体チップの最大の個数のうち、良品の割合が歩留まりとなる。良品の判別は、半導体チップの製造ならば、例えば電気テスト等で製造されたチップごとに電気テストをすること等により可能である。半導体チップは、フォトリソグラフィ処理やエッチング処理等の複数の処理を経て製造されたものであるから、ロットごとに示される製造歩留まりは、複数種類の処理システムによる処理を経た被処理物(ロット)の出来栄を数値で示す出来栄情報である。また表3中で、「歩留まりテスト日時」の列に記載されている歩留まりテスト日時は、歩留まりを調べた日時をロットごとに示している。上記例でいえば、電気テストを行った日時が歩留まりテスト日時データとなり、この被処理物が処理された時期を示す情報である。また、表3中で「工程1」乃至「工程N」の列に記載されている処理履歴データは、各ロットが各工程において、いかなる装置により処理されたかを示している。すなわち、工程によっては同等の機能を有する複数の装置のいずれかの装置を用いて処理がなされるから、これら装置のうちいずれの装置により処理されたかを示す情報である。

【0020】半導体チップを製造する場合ならば、エッチング工程や成膜工程等の工程では、通常一台の装置のみで処理がなされるわけではなく、複数の装置を用いて大量の処理を実現する。処理履歴データは、そのロットがどの装置により処理されたかがロットごとに示している。これら各データは、データベースに日常的に蓄積・記憶される。データ入力部72は、これらデータをデータベースから検索して不良装置検出装置70に入力させる機能を有する。第1傾向算出部74は、入力されたデータに基づいて、歩留まりデータを従属変数、テスト日時データを独立変数とする線形回帰として式で示される関係式を算出する機能を有する。

$$y = ax + b \cdots \text{式10}$$

ここで、yは歩留まりデータ、xは時間(歩留まりテスト日時データ)を示している。また、a、bは以下の式12、式14でそれぞれ算出される係数である。

【数4】

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n t_i y_i - \sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} \quad (12)$$

【数5】

14

$$b = \frac{-\sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n y_i + \sum_{i=1}^n t_i^2 \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} \quad (14)$$

ここで、nはサンプル数を示している。また、 $t_i$ はi番目のサンプル(ロット)のテスト日時データ、 $y_i$ はi番目のサンプル(ロット)の歩留まりデータを示している。この回帰式は、時間xの関数として、出来栄データを最小二乗法に基き直線近似された関数である。

【0021】第2傾向算出部76は、式10で求まる歩留まりy以下のサンプルを除外(すなわち歩留まりが $at_i + b$ より大きいサンプルに限定)して再度回帰式を算出する機能を有する。すなわち、i (i=1~n) 番目のサンプルについて、

$$y_i \geq at_i + b \cdots \text{式16}$$

の条件を満たすサンプルに限定して、再び以下の数式で示される回帰式を算出する機能を有する。

$$y = a_2 x + b_2 \cdots \text{式17}$$

ここで、 $a_2$ 、 $b_2$ は以下の式で表される。

【0022】

【数6】

$$a_2 = \frac{n^2 \sum_{i=1}^{n^2} t_i y_i - \sum_{i=1}^{n^2} t_i \sum_{i=1}^{n^2} y_i}{n^2 \sum_{i=1}^{n^2} t_i^2 - (\sum_{i=1}^{n^2} t_i)^2} \quad (18)$$

【数7】

$$b_2 = \frac{-\sum_{i=1}^{n^2} t_i \sum_{i=1}^{n^2} y_i + \sum_{i=1}^{n^2} t_i^2 \sum_{i=1}^{n^2} y_i}{n^2 \sum_{i=1}^{n^2} t_i^2 - (\sum_{i=1}^{n^2} t_i)^2} \quad (20)$$

ここで $n^2$ は上記式16を満たすサンプル数を占めている。また、 $t_i$ 、 $y_i$ は、上記式を満たす各サンプルのうちi番目のサンプル(ロット)のテスト日時データ、歩留まりデータを示している。この第2の回帰式も、時間xの関数として、出来栄データを最小二乗法に基き直線近似した関数である。次いで補正部78は歩留まりデータ $y_i$ を以下の式のように $y_i'$ と補正する。

$$y_i' = y_i + a_2 (t_n - t_i) \cdots \text{式22}$$

この工程により、第2の回帰式で示される出来栄データyは時間に対して一定となるように(すなわち時間軸を横軸、出来栄データを縦軸とすると平らになるように)  $y'$  に補正されることとなる。データマイニング部80は第1の実施の形態に記載した機能と同等の機能を有する。このように構成された不良装置検出装置70の

15

検出手順について、以下に示す。図8に検出のフローチャートを示す。まず、処理ステップS1において、データ入力部72が、データベースにアクセスして、同種類の製品の全ロットの歩留まりデータ、テスト日時データ及び処理履歴データを検索して抽出する。

【0023】次いで処理ステップS2において、第1傾向算出部74が、抽出されたデータに基づいて傾向（回帰式）を算出する。これにより式10で表される直線の線形回帰式が算出される。図9は、線形回帰式を表したグラフであり、縦軸は歩留まり、横軸はテスト日時を示している。また、図中の黒点はサンプルを示している。第1傾向算出部74により算出された回帰式は点線82で表される。次いで、処理ステップS3において、第2傾向算出部76が、第2の線形回帰式を算出する。まず、式10で表される直線よりも図9のグラフにおいて上となるサンプル、すなわち、 $y_i > a_1t_i + b_1$ の条件を満たすデータに限定して直線の回帰式を算出する。図9においては、回帰式よりも歩留まりが下にあるサンプル84a、84b、84cを除外して第2の線形回帰式を算出する。算出された線形回帰式を実線86で表す。次いで、処理ステップS4において、補正部78が歩留まりデータの補正を行う。図10は歩留まりデータの補正を示した図である。すなわち、式22で表されるように歩留まりデータの補正を行う。この補正により、時間の経過にともなう歩留まりの上昇の影響を軽減することができる。視覚的には、図10において線形回帰式を示す実線86が水平となるように白点で示される各サンプルを黒丸で示される値に補正したこととなる。

【0024】その後処理ステップS5において、データマイニング部80がデータマイニングを行う。第1の実施の形態と同様に不良装置の検出が行われる。たとえば、工程1において用いられる複数の装置のうち、同一の装置により処理されたロットを抽出し、各ロットの補正された歩留まりデータに基いて検定値を算出する。この検定値の算出を工程1で用いられる各装置について行い、検定値を比較すれば、工程1において最も歩留まり低下に影響の大きい装置を特定することが出来る。検定値の算出の一例としては、同一の装置により処理されたロットに係る $y'$ の和をロット数で割った値を検定値として算出するものである。 $y_i'$ は、出来栄データ $y_i$ と、 $n$ 番目の出来栄データ $a_2t_i + b_2$ と、時間 $t_i$ における出来栄データの近似値 $a_2t_i + b_2$ との差との和であるから、検定値は、処理がされた時期における出来栄データの近似値及び出来栄データに基いて算出されたものといえる。この場合でいえば、最も検定値の小さい装置が不良装置とされる。また、各工程について検定値の算出を行えば、製品の製造において、最も歩留まり低下に影響の大きい装置・工程を特定することが出来る。

【0025】なお、式16の要件を満たさず除外されたサンプルは、検定値の算出に用いない。その後、検出さ

16

れた不良装置の点検等を行うことで、製品の製造歩留まりの向上を図ることが可能となる。以上のようにして、極端に歩留まりの悪いデータを排除して回帰式を算出したから、不良装置の検出精度を向上させることができる。そして検出された不良装置に適切な処置を行うことによって製品の製造歩留まりを向上させることが出来る。ここで、本実施の形態に係る不良装置検出装置70と従来の不良装置検出装置との違いを図を用いて説明する。図11は横軸が歩留まりテスト日時、縦軸が歩留まりを示すグラフである。白点は補正前の各サンプルを示している。この製品は、ある工程では装置1と装置2の2台の装置で分担して処理されたとする。図11(a)は装置1及び装置2により処理された製品の歩留まりを示しており、図11(b)は装置1のみにより処理された製品の歩留まり、図11(c)は、装置2のみにより処理された製品の歩留まりを示している。(b)と(c)とを比較すると、装置1が期間の前半で多く使用され、装置2が期間の後半で多く使用されており、使用頻度が異なっていることがわかる(装置のメンテナンス等をする場合や、後半に装置を新たに導入した場合等では、このように期間に応じて装置の使用頻度が異なる場合がある)。

【0026】このような場合に、従来の不良装置検出では、単純に両装置の平均歩留まりを比較していた。したがって、装置の平均歩留まりと、装置2の平均歩留まりとの差を比較していたが、(b)に示されるように前半に頻繁に使用されていた装置1の方が平均歩留まり差1で示されるだけ歩留まりが悪い場合、不良装置と検出されていた。しかし同じ日時近辺の歩留まりで見れば両者の歩留まりに差はほとんどないので、装置1を不良装置と検出することは適当でないことがわかる。一方本提案による不良装置検出方法によれば、歩留まりデータを回帰式に基き補正したのち検出処理を行うため、両者の分布はなくなり、誤って検出されることはなくなる。また、第1の実施の形態で示される不良装置検出装置の場合は、極端な低歩留まりデータ(90a、90b、90c)があると、回帰式がこれらのごく一部のデータに過剰にひきづられてしまう。その結果、白点で示される歩留まりデータ列が△で示される歩留まりデータ列のように過剰に補正される。そのため、第2の回帰式に基き補正した場合と比較して、平均歩留まり差2の分歩留まりが相違する。従って、装置の性能を正確に反映したものとはいえないデータに基づいて不良装置の検出が行われることとなる。

【0027】一方、本提案では第2傾向算出部76を設けることで、これらの低歩留まりデータに影響されないように白点で示される歩留まりデータ列を黒点で示されるデータ列のように補正することができる。この結果、精度の良い不良装置の検出を行なうことが可能となる。なお、変形例として極端に歩留まりの悪いデータのみな

17

らず、極端に歩留まりの良いデータを排除しても良い。極端に歩留まりの良いデータが得られることは、そもそもまれであるが、装置の性能等以外の偶発的な原因で得られたデータを排除することで、より精度の良い不良装置検出を行うことができる。また、同等の機能を有する複数の装置の性能を比較する場合に本発明は広く適用可能であるから、必ずしも製造装置に限られず適用可能である。また、データ取得期間は、2週間程度乃至数ヶ月とデータの種類によって種々適用可能であるが、製品の製造立ち上げ時に製造歩留まりが時間とともに急変するので効果が大きい。また、製品の種類ごとに表3に示されるような歩留まりデータ、製造履歴データを取ることも可能である。そうすれば、製品の種類ごとに不良装置を検出することが可能となる。また、各装置ごとに検定値が得られるから、製造歩留まりの悪い装置を検出するのではなく、製造歩留まりの良い装置を検出することもできる。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、同等の機能を有する複数の装置を用いて大量の製品の製造や処理をする際に、いずれの装置が歩留まりや出来栄に影響を与えているかを検出することが出来る。

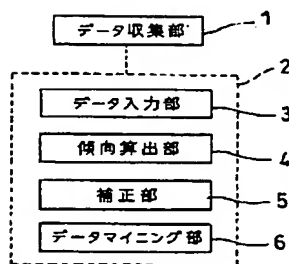
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る不良装置検出装置の概略構成を示す機能ブロック図。

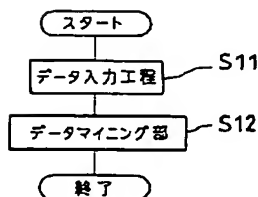
【図2】データマイニング手法の模式説明図。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る不良装置検出 \*

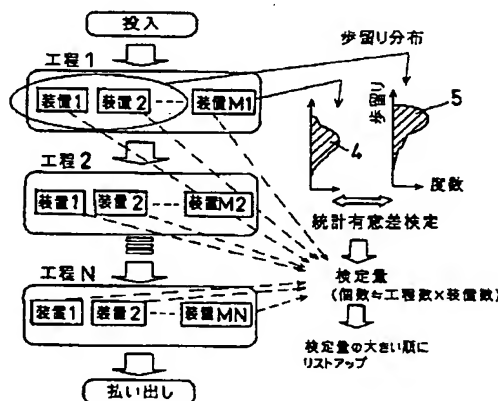
【図1】



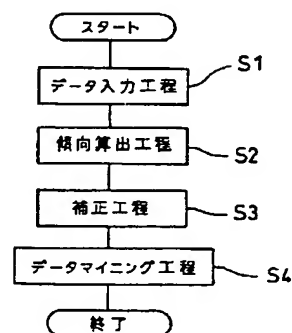
【図13】



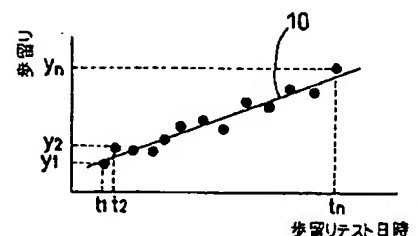
【図2】



【図3】



【図4】



18

\*の手順を示すフロー図。

【図4】本発明の第1の実施の形態において歩留まりデータと歩留まりテスト日時データの対応を示すグラフ。

【図5】本発明の第1の実施の形態に係る歩留まりデータ補正を説明するためのグラフ。

【図6】(a)～(c)は、本発明の第1の実施の形態に係る不良装置の検出を説明するためのグラフ。

【図7】本発明の第2の実施の形態に係る不良装置検出装置の概略構成を示す機能ブロック図。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る不良装置検出の手順を示すフロー図。

【図9】本発明の第2の実施の形態に係り第1の回帰式を示した図。

【図10】本発明の第2の実施の形態に係り歩留まりデータの補正を示した図。

【図11】本発明の第2の実施の形態に係る不良装置検出と従来例との比較を説明するための図。

【図12】従来の不良装置検出装置の構成を示すブロック図。

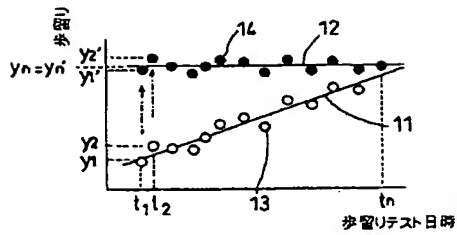
【図13】従来の不良装置検出のフロー図。

【図14】(a)～(d)は、従来の不良装置検出装置の問題点の説明図。

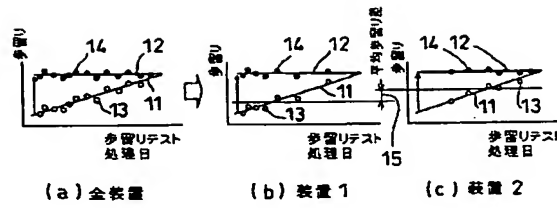
【符号の説明】

1... データ収集部、2... 不良装置検出装置70、  
3... データ入力部72、4... 傾向算出部、5... 補正部78、6... データマイニング部80

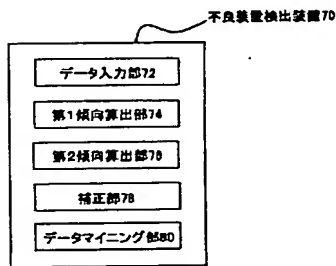
【図5】



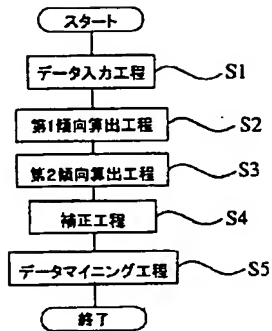
【図6】



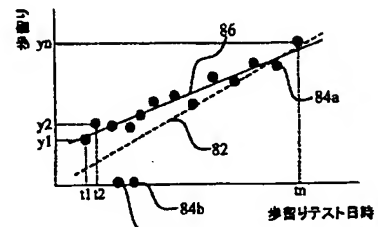
【図7】



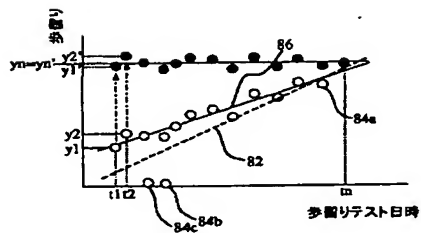
【図8】



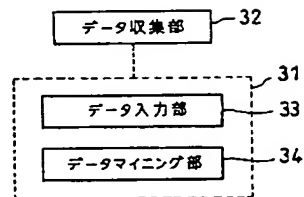
【図9】



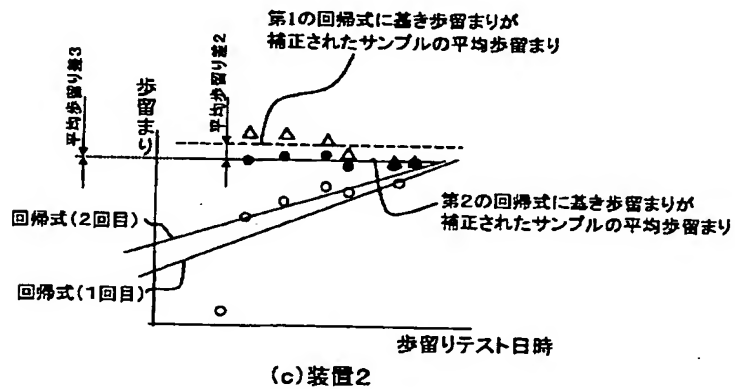
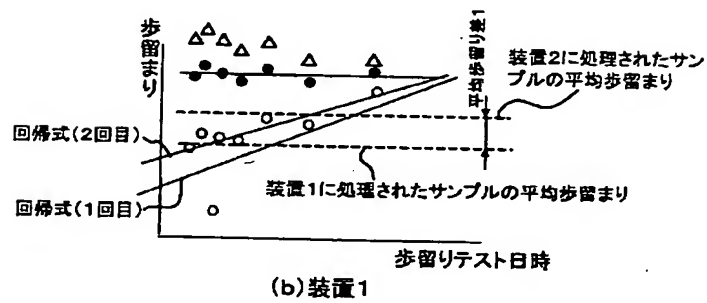
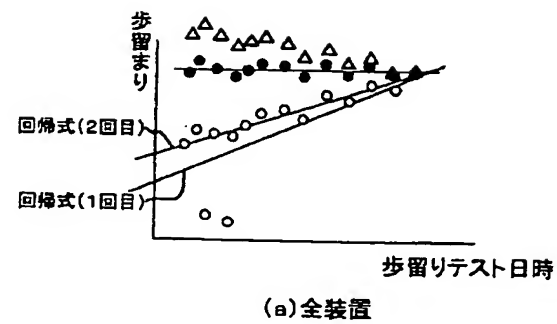
【図10】



【図12】



【図11】



【図14】

